

M109

MEKANISME INFEKSI VIRUS KUNING CABAI (*PEPPER YELLOW LEAF CURL VIRUS*) DAN PENGARUHNYA TERHADAP PROSES FISILOGI TANAMAN CABAI

Nur Aeni Ariyanti

Staff Pengajar di Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Yogyakarta
email: aeni_pranowo@yahoo.com

ABSTRAK

Infeksi virus kuning cabai (*Pepper Yellow Leaf Curl Virus*) menyebabkan penurunan hasil hingga 75% terutama pada musim kemarau. Penyakit ini hanya dapat ditularkan oleh serangga vektor kutu kebul (*Bemisia tabaci* L.) dan bukan merupakan *seed born diseases*. Masa inkubasi virus dalam tanaman hingga memunculkan gejala hanya memakan waktu 15-29 hari. Mekanisme infeksi virus diawali dengan replikasi dan pembentukan protein virus di dalam tubuh tanaman menggunakan ATP dari tanaman inang. Proses ini diikuti dengan perubahan proses fisiologi yang berupa peningkatan aktivitas protein anaplerotik, peningkatan laju fotosintesis dan peningkatan kandungan pati. Setelah proses replikasi selesai maka laju fotosintesis akan turun yang disebabkan oleh induksi dan degradasi dinding sel floem dengan menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Gejala yang ditimbulkan akibat infeksi virus ini adalah daun tanaman menjadi menguning dan mengeriting. Hal ini disebabkan oleh menurunnya jumlah membran tilakoid, stroma membesar dan volume fotosintesis mengecil. Hal ini juga menyebabkan menurunnya laju fotosintesis yang dapat menyebabkan penurunan produksi tanaman cabai.

Kata Kunci: virus, infeksi, fisiologi

PENDAHULUAN

Cabai merupakan komoditas hortikultura yang permintaannya cukup besar, terutama di Indonesia. Konsumsi masyarakat mencapai 900 ton/tahun atau sekitar 4 kg/kapita. Hal ini masih belum dapat dipenuhi dari produksi dalam negeri yang hanya mencapai 76% dari total permintaan, sehingga masih dilakukan impor cabai dari Malaysia dan Australia. Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, sentra produksi cabai di daerah Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta mengalami penurunan produksi akibat serangan penyakit virus *Pepper yellow leaf curl virus* (PYLCV) atau yang lebih dikenal sebagai virus kuning cabai.

Sulandari *et al.* (2001) menemukan bahwa penyakit ini disebabkan oleh virus Gemini. Virus ini ditularkan oleh serangga vektor yaitu kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Penyakit ini banyak terdapat pada cabai rawit, cabai besar, paprika dan juga pada tomat. Menurut Suseno *et al.* (2003) luas serangan dan kejadian pada cabai rawit lebih besar dibandingkan pada cabai besar. Hal ini mungkin terjadi karena proses budidaya cabai rawit kurang intensif dibandingkan dengan budidaya cabai besar yang sangat intensif dengan pemupukan, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit secara kimiawi.

Menurut Sudiono *et al.* (2001), virus ini dapat ditularkan melalui teknik penyambungan dan melalui perantara kutu kebul. Secara mekanik virus ini tidak dapat ditularkan melalui biji. Masa inkubasi virus ini antara 15-29 hari setelah inokulasi. Tanaman cabai yang terinfeksi berat tidak dapat menghasilkan bunga dan buah. Bila serangan terjadi pada fase vegetatif jumlah tunas menjadi lebih banyak namun pertumbuhan tanaman kerdil.

Penelitian yang dilakukan oleh Nur Aeni (2007) menunjukkan bahwa pemberian pupuk daun dan pupuk anorganik yang dilakukan oleh petani di daerah endemis virus kuning tidak dapat menghindarkan tanaman dari infeksi virus tersebut. Tanaman yang sudah terinfeksi tidak dapat lagi dikembalikan menjadi tanaman sehat meskipun dengan pemberian pupuk yang melebihi dosis yang disarankan oleh Dinas Pertanian. Meskipun begitu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hartono, dkk (2006) serangan virus ini dapat dicegah dengan beberapa teknik budidaya tertentu. Hal pertama yang harus dilakukan adalah menyelamatkan bibit cabai di persemaian dengan menggunakan sungkup rapat (kain sifon) sehingga bibit akan terhindar dari virus yang ditularkan oleh kutu kebul ini. Selain itu, sebaiknya lahan pertanaman ditanami tanaman *border* (tanaman tepi) dengan pola tanam *zigzag* dan pengaturan waktu tanam yang baik sehingga pertanaman cabai terlindungi baik selama fase vegetatif maupun fase generatif.

Mekanisme infeksi virus dalam tubuh tanaman terjadi hingga memunculkan gejala berupa daun berwarna kuning, kerdil dan menggulung ke atas (*cupping*). Gejala menguningnya daun terutama bagian atas (muda) mirip dengan gejala akibat kekurangan unsur mikro Fe. Semua gejala yang muncul ini sebenarnya adalah merupakan akibat dari terhambatnya aliran nutrisi (fotosintat) dari *source* ke *sink* karena virus yang ada di dalam tanaman menguasai floem (*floem limited virus*). Tanaman yang terinfeksi pada awal pertumbuhan tidak akan menghasilkan buah dan tanaman tidak dapat tumbuh dengan normal. Jika tanaman



terinfeksi saat memasuki fase generatif maka buah yang dihasilkan akan berbentuk kerdil dan bertekstur keras.

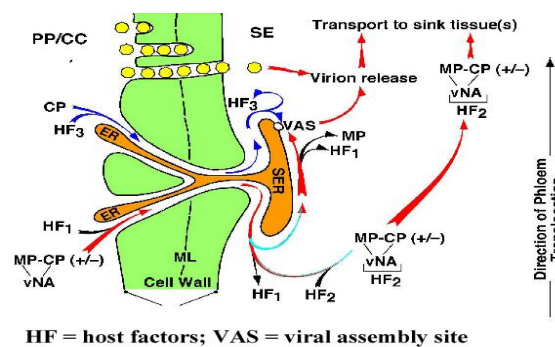
PEMBAHASAN

Masuknya Virus ke Dalam Tanaman

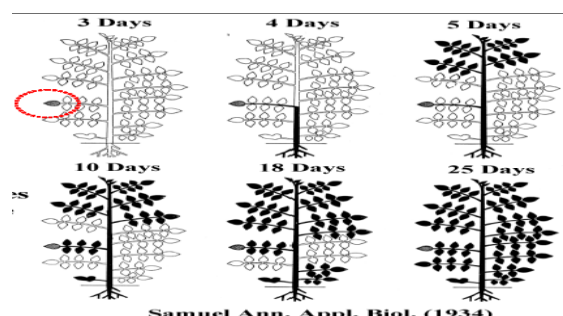
Salah satu faktor yang berperan sangat penting dalam epidemi penyakit kuning cabai yang disebabkan oleh virus ini adalah keberadaan serangga vektor yang menyebarkan virus tersebut yaitu kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Serangga ini termasuk dalam kelompok serangga penusuk penghisap. Kutu kebul dan hubungannya dengan virus kuning cabai ini bersifat persisten. Kutu memperoleh virus ketika dia mengambil makanan dari tanaman yang telah terinfeksi (akuisisi). Virus yang diambil dari tanaman sakit beredar melalui saluran pencernaan, menembus dinding usus, bersirkulasi dalam cairan tubuh serangga (*haemolymph*) dan selanjutnya kelenjar saliva. Pada saat dia menghisap makanan dari tanaman sehat, virus ikut masuk ke dalam tubuh tanaman bersama dengan cairan dari mulut serangga tersebut. Retensi virus ini di dalam tubuh serangga sangat lama bahkan bisa dipindahkan secara transovarial melalui telur ke tubuh progeni (Eastop, 1977).

Penelitian yang dilakukan oleh Seravina (2005) menunjukkan bahwa aktivitas kutu kebul masih rendah di awal setelah pindah tanam. Aktivitasnya akan mulai naik pada 59-65 hari setelah pindah tanam (5 minggu setelah pindah tanam). Persentase tanaman terinfeksi 6 minggu setelah pindah tanam baru mencapai 5%, sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nur Aeni (2007). Aktivitas kutu kebul baru meningkat setelah tanaman mulai berbunga hingga awal pengisian buah. Meningkatnya aktivitas vektor tersebut karena meningkatnya jumlah makanan yang tersedia (Hirano *et al.*, 1993).

Virus yang ditularkan oleh kutu kebul bereplikasi di dalam nukleus dan bergerak dari sel ke sel melalui plasmodesmata. Pada gambar 1 terlihat bahwa tidak hanya virion dari hasil replikasi yang bergerak dari sel ke sel dan masuk ke dalam floem, namun juga *coat protein* (CP) dan *movement protein* (MP) berperan dalam penyebaran virus ke dalam tubuh tanaman. *Coat protein* dan *movement protein* bergerak melalui retikulum endoplasma menuju ke *viral assembly site* (VAS) sebelum masuk ke dalam floem dan bergerak bersama aliran di dalam floem ke seluruh tubuh tumbuhan (Samuel Ann, 1934). Translokasi virus dari satu bagian tanaman ke bagian tanaman yang lain dapat digambarkan melalui gambar 2.



Gambar 1. Mekanisme translokasi virus di dalam tubuh tanaman



Gambar 2. Ilustrasi proses infeksi dan penyebaran virus di dalam tubuh tanaman

Meskipun demikian, banyak tanaman yang gagal diinfeksi oleh virus. Menurut Dawson, W. (1999) untuk dapat menginfeksi tanaman secara sistematis, virus harus dapat (1) masuk ke dalam jaringan yang



sesuai; (2) melakukan replikasi; (3) bergerak ke sel-sel terdekat/sel tetangga; (4) memasuki sel tersebut; (5) dapat pindah ke dalam floem dan kemudian mengulangi langkah (2) dan (3). Dari gambar 2 di atas dapat kita lihat bahwa biasanya fase pertama adalah infeksi lokal pada daun dewasa yang terjadi setelah inokulasi yang dilakukan oleh serangga. Namun tidak semua daun dapat memperlihatkan gejala terinfeksi seperti daun menjadi berubah berwarna kuning, karena munculnya gejala sangat dipengaruhi oleh strain virus dan faktor lingkungan lain seperti suhu lingkungan. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa perubahan warna daun hanya akan terjadi jika suhu lingkungan di atas 25°C dan intensitasnya akan meningkat jika suhu lingkungan mencapai 40°C (Dawson, W., 1999).

Fase selanjutnya virus bergerak dari sel ke sel yang lain hingga mencapai floem melalui *vascular system*, sehingga dapat bergerak cepat ke dalam daun-daun muda yang masih berkembang. Di sinilah biasanya gejala daun berubah menjadi kuning, mengeriting dan menjadi kerdil akan tampak, sehingga penyakit kuning cabai ini sering juga disebut sebagai jambul amerika karena yang menguning hanya daun bagian atas atau daun muda saja (Dawson, W., 1999)

Proses Fisiologi yang Terganggu

Setelah virus masuk ke dalam tanaman, maka hal pertama yang akan dia lakukan adalah mereplikasi dirinya sehingga jumlah mereka mencukupi untuk menguasai tubuh tanaman. Menurut Te'csi, *et al.* (1996) virus yang sudah dapat masuk ke dalam tubuh tanaman akan melakukan replikasi dan pembentukan protein virus. Pada saat proses ini terjadi, tanaman akan mengalami peningkatan aktivitas protein anaplerotik, peningkatan laju fotosintesis dan peningkatan kandungan pati. Setelah laju replikasi menurun maka laju fotosintesis pun akan menurun.

Virus yang menginfeksi tanaman melakukan replikasi sehingga menyebabkan peningkatan aktivitas enzim anaplerotik, laju fotosintesis dan kandungan pati. Apabila sintesis virus menurun, laju fotosintesis dan kandungan pati dalam daun akan menurun, sedangkan glikolisis dan respirasi dalam mitokondria akan meningkat. Perubahan ini ditunjukkan dengan terjadinya klorosis pada daun (Funayama dan Terashima, 2006).

Klorofil Daun

Diantara patogen tanaman, virus tanaman memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap tanaman inangnya, karena mereka menggunakan mesin seluler inang untuk mereplikasi diri. Virus harus mempertahankan tanaman inangnya untuk tetap hidup, karena mereka membutuhkan energi dari tanaman inang untuk proses hidupnya. Virus berlaku sebagai penambang yang baik pada tanaman inang. Beberapa faktor yang mempengaruhi virus memanfaatkan tanaman inangnya antara lain adalah resistensi tanaman, serta jenis infeksi yang lokal atau sistemik (Funayama dan Terashima, 2006).

Kloroplas merupakan organel utama yang diserang oleh virus tumbuhan. Penurunan laju fotosintesis disebabkan karena bentuk kloroplas yang abnormal, dengan ukuran yang relatif lebih kecil dan jumlah tilakoid pada setiap grana yang menurun akibat infeksi virus. Hasil penelitian Funayama dan Terashima (2006) menyebutkan bahwa apabila tanaman terinfeksi virus maka peningkatan kandungan klorofil setiap satuan daun akan terhenti ketika panjang daun mencapai setengah dari panjang daun maksimum, yang mungkin merupakan bagian dari penghambatan sintesis klorofil.

Klorosis atau warna daun menguning pada tanaman yang terinfeksi terjadi karena beberapa sebab. Menurut Funayama dan Terashima (2006) klorosis pada daun tanaman yang terinfeksi terjadi karena pembentukan klorofil terhambat sehingga laju pembentukan klorofil sama atau lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasi klorofil. Hal ini terjadi karena dua hal, yaitu rasio klorofil a/b meningkat akibat dari laju pembentukan klorofil yang terhambat dan jumlah membran tilakoid pada grana menurun sehingga terjadi defisiensi klorofil b yang mengakibatkan laju pembentukan klorofil terhambat.

Nur Aeni (2007) melihat perbedaan kandungan klorofil a, klorofil b, rasio klorofil a/b dan klorofil total pada daun kuning dan daun hijau tanaman yang terinfeksi virus kuning cabai dengan perlakuan pupuk daun dan pupuk anorganik. Dalam penelitian ini terlihat bahwa klorofil a pada daun hijau dari tanaman terinfeksi yang diberi perlakuan pupuk daun jumlahnya lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi pupuk daun. Sedangkan pada daun kuning, kandungan klorofil b pada tanaman yang tidak diberi pupuk daun lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi perlakuan pupuk daun. Secara keseluruhan klorofil total pada daun hijau lebih besar dibandingkan dengan klorofil total pada daun kuning.



Terhambatnya pembentukan klorofil pada daun mengakibatkan akumulasi gula sehingga daun mengalami klorosis. Akumulasi karbohidrat juga terjadi pada daun tanaman yang terinfeksi. Kandungan nitrogen daun pada tanaman terinfeksi lebih rendah dibandingkan dengan daun tanaman yang tidak terinfeksi. Hal ini kemungkinan disebabkan karena tanaman yang terinfeksi virus lebih banyak mengalokasikan nitrogen untuk bertahan dan replikasi virus dalam tubuh tanaman. Apabila jumlah nitrogen dalam daun rendah dan tanaman terkena cahaya matahari dengan intensitas tinggi maka daun akan mengalami penurunan protein klorofil daun (Funayama dan Terashima, 2006).

Laju Asimilasi Bersih

Laju asimilasi bersih dapat diartikan sebagai laju penimbunan bahan kering per satuan luas daun per satuan waktu (Gardner *et al.*, 1991), yang merupakan ukuran rata-rata efisiensi fotosintesis daun dalam satu tanaman. Efisiensi laju asimilasi bersih dipengaruhi oleh besarnya radiasi matahari, kemampuan daun untuk berfotosintesis, nilai indeks luas daun dan pemerataan radiasi matahari ke seluruh permukaan daun. Laju asimilasi bersih tertinggi dicapai pada saat tanaman masih kecil karena sebagian besar daunnya terkena sinar matahari secara langsung. Semakin banyak daun yang terlindungi maka laju asimilasi bersih akan menurun.

Tanaman yang terinfeksi virus kuning cabai akan mempunyai daun yang bentuknya tidak normal, terutama apabila tanaman terinfeksi sebelum memasuki fase generatif. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap indeks luas daun tanaman. Jika indeks luas daunnya rendah dan kandungan klorofilnya juga rendah maka jumlah fotosintat yang dihasilkan untuk pertumbuhan tanaman juga akan menurun. Dalam kondisi ini, hasil fotosintat tidak hanya digunakan oleh tanaman untuk tumbuh namun juga sebagian besar energinya dipakai oleh virus untuk hidup dan terus mereplikasi diri.

Penelitian yang dilakukan oleh Nur Aeni (2007) memperlihatkan bahwa laju asimilasi bersih tanaman sehat lebih tinggi dibandingkan dengan laju asimilasi bersih tanaman terinfeksi virus kuning cabai. Hal ini sangat berpengaruh terhadap hasil produksi tanaman. Buah cabai yang dihasilkan oleh tanaman sehat memiliki jumlah dan berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah dan berat buah yang dihasilkan oleh tanaman terinfeksi virus.

PENUTUP

Kinerja virus yang memanfaatkan mesin seluler tanaman sangat merugikan. Hal ini dikarenakan, tanaman tidak dapat melakukan fungsi fisiologisnya dengan baik, namun tetap dibiarkan hidup oleh virus. Oleh karena itu, infeksi virus kuning cabai menimbulkan banyak kerugian terutama menurunnya produktivitas. Penurunan produktivitas ini dikarenakan nutrisi yang dihasilkan pada saat proses fotosintesis terhambat translokasinya oleh keberadaan virus di floem. Selain itu, proses fotosintesis tidak dapat berjalan dengan optimal karena jumlah klorofil pada daun tidak mencukupi.

Pentingnya kajian mengenai proses fisiologi tanaman yang terserang penyakit terutama yang disebabkan oleh virus akan dapat menunjang penelitian-penelitian lanjutan yang berkaitan dengan kegiatan meningkatkan daya tahan tubuh tanaman terhadap serangan virus maupun usaha mengurangi infeksi virus dengan modifikasi kegiatan budidaya yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Dawson, W., (1999). Tobacco Mosaic Virus Virulence and Avirulence. *Phil. Trans.* vol 354, p.645-651. London: The Royal Society.
- Eastop, V. F. (1977). World Wide Importance of Aphids as Viruses Vectors. In Aphids as Viruse Vectors. Kerry, F. H., Karl, M. Page 4-44. New York: Academic Press.
- Funayama, S. and Terashima, I. (2006). Effect of Eupatorium Yellow Vein Virus Infection on Photosynthetic Rate, Chlorophyll Content and Chloroplast Structure in Leaves of Eupatorium makinoi During Leaf Development. *Functional Plant Biology*. P.165-175.
- Gardner, F. P. , R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. (1991). *Physiology of Crop Plants*. The Iowa State University Press.
- Hartono, S., Sumardiyo, Y.B., Purwanto, B. H., dan Sulistyarningsih, E. (2006). Aplikasi Model Manajemen Kesehatan Tanaman Pada Agribisnis Cabai Di Daerah Endemis Penyakit Virus Kuning. *Majalah Lontar*. Inpress.
- Hirano, K., E. Budiyo, dan S. Winarni. (1993). *Biological Characteristics and Forecasting Outbreaks of The Whitefly, Bemisia tabaci, a vector of Virus Disease in Soybean Fields*. Food Fertilizer and Technology Center. [Http://www.ffc.agnet.org/library/abstract/tb135.html](http://www.ffc.agnet.org/library/abstract/tb135.html).
- Nur Aeni, A. (2007). Kajian Kestabilan Produktivitas Cabai Keriting Di Daerah Endemis Virus Kuning dengan Optimalisasi Nutrisi Tanaman. Tesis: UGM.



- Sudiono, S. S. Hidayat., Rusmilah, S. and Soemartono, S. (2001). Deteksi Molekuler dan Uji Kisaran Inang Virus Gemini Asal Tanaman Tomat. *Prosidi. Konggres Nasional XVI*. PFI. Bogor. 22-24 Agustus.
- Sulandari, S., Rusmilah, S., S. S. Hidayat, Jumanto, H., dan Sumartono, S. (2001). Deteksi Virus Gemini pada Cabai di Daerah Istimewa Jogjakarta. *Prosidi. Konggres Nasional XVI*. PFI. Bogor. 22-24 Agustus.
- Suseno, R., S. S. Hidayat, J. Harjosudarmono dan S. Sosromarsono. (2003). Respon Beberapa Kultivar Cabai terhadap Penyebab Penyakit Daun Keriting Kuning Cabai. *Prosidi. Konggres Nasional XVII*. PFI. Bandung . 6-8 Agustus.
- Técsi, L. I., Smith, A. M., Maule, A. J. & Leegood, R. C. (1996). A spatial analysis of physiological changes associated with infection of cotyledons of marrow plants with cucumber mosaic virus. *Plant physiol.* 111, p.975-985.

DISKUSI

Penanya 1 (Rodhiyah–Prodi Biologi Fakultas Saintek UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)

Apakah hewan pembawa virus (kutu) hanya menyerang dan membawa virus pada tanaman tertentu saja? Jika pada tanaman yang besar didapatkan diserang kuning?

Jawab:

Tidak, kami belum melakukan penelitian tentang virus pada tumbuhan tingkat tinggi akan tetapi secara teori jenis virus yang menyerang akan berbeda-beda pada tanaman tergantung pada vektornya.

Penanya 2 (Endang Anggarwulan – Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret)

Mohon dijelaskan kembali mengenai istilah asimilasi bersih?

Jawab:

Asimilasi bersih dapat ditemukan dengan cara laju luas daun= berat kering daun/ indeks luas daun

